

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Waldyr Carneiro de Campos

**UMA ABORDAGEM SOBRE NANOTECNOLOGIA E EVOLUÇÃO DA  
CIÊNCIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Florianópolis

2016

Waldyr Carneiro de Campos

**UMA ABORDAGEM SOBRE NANOTECNOLOGIA E EVOLUÇÃO DA  
CIÊNCIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada como requisito obrigatório para obtenção do título de Especialista em Educação na Cultura Digital da Universidade Federal De Santa Catarina.

Orientador: Jonathan Thomas de Jesus Neto

Florianópolis

2016

Waldyr Carneiro de Campos

**UMA ABORDAGEM SOBRE NANOTECNOLOGIA E EVOLUÇÃO DA  
CIÊNCIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Esta monografia foi julgada adequada para obtenção do Título de “Especialista em Educação na Cultura Digital” e aprovada em sua forma final pelo Curso de Especialização em Educação na Cultura Digital da Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Professor Jonathan Thomas de Jesus Neto

Orientador

---

Professora Marcia Maria Bernal

Examinadora

---

Professor Sergio Alberto Pecanka

Examinador

Florianópolis, 01 de Agosto de 2016

Agradecimento especial

Ao meu orientador Jonathan por todo apoio e sem o qual não seria possível a conclusão  
desse trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida e por tudo que conquistei até hoje.

A minha esposa Giseli que amo muito, pelos dias de compreensão e paciência.

Aos meus filhos Alannys e Allan que são os grandes amores da minha vida.

A todos os professores do curso que realizaram um excelente trabalho.

Aos tutores e colaboradores do curso que sempre estiveram à disposição para nos auxiliar.

Aos colegas de curso agradeço o incentivo e a ajuda nas dificuldades.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

*Paulo Freire*

## RESUMO

O presente trabalho expõe experiências vivenciadas no curso de especialização em educação na cultura digital destacando uma abordagem sobre nanotecnologia para alunos do ensino médio, utilizando as tecnologias em especial o recurso pedagógico da pesquisa. Através desta os discentes podem ter a liberdade de escolher os sites e as informações que julgam confiáveis, cabe ao professor estabelecer regras para a pesquisa e análise dessas informações. Destaca-se também a importância da implantação da cultura digital nas escolas, visando à busca de novas alternativas para melhorar as práticas pedagógicas no ensino de uma forma geral. Para isso é fundamental o aperfeiçoamento dos professores para que possam estar habituados com os novos recursos tecnológicos que estão à disposição no ambiente escolar. Com essa abordagem obtém-se a opinião dos alunos com relação à evolução da ciência e os conflitos que existem entre Ciência e Religião podendo-se abordar a diferença entre opinião pessoal e uma opinião formal. Os professores também devem estar dispostos a mudar suas práticas pedagógicas, unindo e inserindo em seus planejamentos, atividades interdisciplinares. Tornando tal prática uma rotina, os alunos buscaram participar e desenvolver uma aprendizagem mais formativa e crítica.

Palavras chave: Cultura digital, nanotecnologia, pesquisa, aprendizagem.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aluna do EMIEP e professores na feira interdisciplar. ....	19
Figura 2 - Simulador do portal Phet.....	20
Figura 3 – Alunos do EMI e professoras na feira interdisciplar.....	20
Figura 4 – Imagem da apresentação das alunas do 3º EMI pra os alunos do 2º EMI ...	32
Figura 5 – Imagem do blog criado pelos alunos do 2º EMI .....	32

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

.PPP – Projeto Político Pedagógico.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS GERAIS .....	13
2.1 Objetivos específicos .....	13
3. A CULTURA DIGITAL NA ESCOLA .....	14
4. ESTRUTURA ESCOLAR E A UTILIZAÇÃO DAS TDICS NO AMBIENTE ESCOLAR .....	17
5. O ENSINO DA NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO DESTACANDO A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA .....	21
6. O USO DA PESQUISA COMO RECURSO PEDAGÓGICO .....	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	34
REFERÊNCIAS .....	36

## 1. INTRODUÇÃO

Com o surgimento de novas tecnologias e com a ideia da cultura digital trata-se de uma nova realidade tem muito a colaborar com a melhoria do ensino aprendizagem no Brasil pelo fato de estar presente em diversos meios de informações e de ser bem acessível a sociedade.

Como o relata o *Coordenador do Laboratório Brasileiro de Cultura Digital*, Cláudio Prado (In: SAVAZONI; COHN, 2009, p.45):

A cultura digital é a cultura do século XXI. É a nova compreensão de praticamente tudo. O fantástico da cultura digital é que a tecnologia trouxe à tona mudanças concretas, reais e muito práticas em relação a tudo que está acontecendo no mundo, mas também reflexões conceituais muito amplas sobre o que é a civilização e o que nós estamos fazendo aqui.

Por esse motivo é fundamental que o professor se aperfeiçoe e esteja habituado com os novos avanços na área tecnológica. O docente pode utilizar os novos recursos metodológicos, que são disponibilizados pelas tecnologias recentes, em sala de aula buscando de alguma forma despertar o interesse dos alunos para essa nova era do conhecimento.

Sendo assim, esse trabalho traz experiências vivenciadas no curso de especialização em educação na cultura digital com foco na abordagem da nanotecnologia. Através das tecnologias digitais, principalmente da ferramenta de pesquisa, buscando enaltecer a evolução da ciência ao longo dos tempos. Essa abordagem da evolução da ciência apresenta diversos conflitos, como a religião que interferiu nos avanços científicos da idade média, perseguindo alguns importantes cientistas da época. Fato este que ocasionou em restrições parciais e até mesmo completas de suas obras.

É importante abordar o conceito de Nanotecnologia, visto que é um tema bastante comentado e estudado no cenário científico, que vem trazendo avanços em diversas áreas: na Medicina (cura do câncer), tecnologia (aparelhos eletrônicos e informática), dentre outros.

Podemos descrever de uma maneira geral que nanotecnologia é a destreza de manipular estruturas em escala nanométrica, com o objetivo de desenvolver materiais com propriedades melhoradas ou totalmente novas. É possível construir um material a partir de seus componentes básicos (átomos e moléculas), partindo desse princípio, a disciplina de Química pode colaborar para a explanação e abordagem de uma forma mais ampla do surgimento da nanotecnologia e dos avanços que ela traz para a ciência, dando ênfase na interdisciplinaridade do trabalho.

Através dessa abordagem é possível coletar as opiniões dos alunos mediante os conflitos evidenciados. O professor será capaz de distinguir entre a opinião pessoal e formal, baseada em uma linguagem racional. Essa prática deve existir na comunidade escolar, justamente porque as polêmicas que surgem na sala de aula se estendem até o convívio familiar dos alunos.

## 2. OBJETIVOS GERAIS

Analisar a evolução da ciência ao longo dos tempos no ensino médio, ressaltando a nanotecnologia como parte inovadora da ciência presente em diversas áreas, para isso utilizar as TDIC como instrumento de pesquisa que possa direcionar os alunos a compreender e evidenciar o quanto a nanotecnologia está presente no cotidiano.

### 2.1 Objetivos específicos

- Refletir a realidade estrutural e tecnológica da escola;
- Analisar o conceito de nanotecnologia no contexto escolar evidenciando a evolução da ciência;
- Compreender que todos estão inseridos em novas tecnologias que movimentam e impulsionam as novas gerações;
- Propiciar aos alunos a capacidade da construção do próprio conhecimento através da pesquisa.

### 3. A CULTURA DIGITAL NA ESCOLA

Para o desenvolvimento no âmbito escolar nessa atual era tecnológica é preciso à apropriação de conceitos originais relacionados a essa nova linguagem do conhecimento: a cultura digital. A cultura é definida como processo de construção humana, está relacionada ao ato de cultivar, refere-se aos hábitos e costumes de uma sociedade relacionada às mais diversas áreas, tais quais as artes, as crenças, as leis, dentre outras.

O conceito de cultura digital vem sendo abordado nos últimos anos ainda timidamente, mesmo assim a maioria da população já se encontra inserida nela.

Nesse sentido Ronaldo Lemos (In: SAVAZONI; COHN, 2009, p.97) relata que:

Cultura digital é tudo que explora as novas mídias que surgiram e se popularizaram nos últimos 15 anos. A mídia se transformou e com isto surgiu um monte de oportunidades, de relações sociais que eram impossíveis antes deste tipo de mídia descentralizada de duas vias que a gente tem hoje. É a história do trem, da estrada de ferro que chega na cidade e aquilo muda completamente a forma em que as pessoas vivem.

Sendo assim cultura digital pode ser considerada as manifestações artísticas, pessoais, narrativas, todas as experiências que podem ser vistas de forma digital, ou seja, utilizando uma mídia ou equipamento digital. No dia-a-dia muitas situações comprovam isso como por exemplo a gravação de um vídeo caseiro, de um evento, uma festa ou até mesmo uma fotografia que pode ser compartilhada numa mídia social. Essas manifestações modificaram grandemente o conceito de cultura, pois hoje há um diálogo muito maior entre pessoas de diferentes nacionalidades e, conseqüentemente, diferentes culturas.

Atualmente muitas mudanças estão ocorrendo, tanto crianças quanto adolescentes têm acesso facilitado às tecnologias, utilizando muitas vezes de forma inadequada. Essa geração dedica muito tempo em computadores, celulares, tabletes. O uso que deveria estimular o indivíduo está tomando outros caminhos. Os jovens acabam compartilhando fotos e vídeos e acabam cometendo crimes virtuais como “cyberbullying”.

Estes jovens devem ser supervisionados, mas os pais por desconhecerem o uso de tecnologias ou não se interessarem no que seus filhos acessam na internet, ou ainda pior, por não conseguirem impor limites em seus filhos, acabam tendo de assumir responsabilidades perante a lei por situações provocadas em ambientes virtuais.

Diante dessa realidade a escola pode desempenhar papel fundamental para fazer o encaminhamento de discussões e assim direcionar os alunos para essa nova cultura, não só utilizando em sala de aula, mas também orientando como o uso de tecnologias é uma importante ferramenta para o desenvolvimento de novas habilidades e assim direcionar sua cognição.

Nesse sentido o sociólogo Sergio Amadeu (Cultura digital.br, 2009 p.71) exemplifica:

Você vê um adolescente com uma tela aqui na frente e aí ele abre uma mensagem instantânea aqui, está com 10, 15 telas abertas, está com um outro mensageiro instantâneo aqui do lado, fazendo um trabalho de escola aqui, ao mesmo tempo que ele está ouvindo uma música, ele está num site “x”ouvindo uma música que provavelmente nunca ouvirá novamente, e está baixando algo numa rede BitTorrent. Tudo ao mesmo tempo. Aí você pergunta para ele: “O que você está fazendo?” Aí ele vira para você e fala: “Nada. Eu não estou fazendo nada.” [Risos] Isso é uma nova cognição.

Muitas vezes apenas dialogar com os alunos sobre o uso correto das tecnologias não será o suficiente para que estes tomem consciência de que se bem exploradas estas, podem ajudar no aprimoramento e no entendimento de certos conhecimentos abordados em sala de aula. Para isso é necessário o engajamento dos professores que ainda utilizam as tecnologias como meras ferramentas, deixando de lado o papel fundamental da internet, como grande mecanismo de memória e fonte de consultas, além disso, “o docente não pode achar que sua disciplina seja o suficiente para o conhecimento do aluno, é necessário à interdisciplinaridade, está aberto para as mudanças e avanços deste século”. (REIS, SANTOS, TAVARES, 2012 p.222).

Com o comprometimento dos professores em utilizar essa nova linguagem do conhecimento que é a tecnologia, futuramente haverá uma melhor utilização dos recursos tecnológicos e também o desenvolvimento e disseminação de aulas interdisciplinares, onde a cultura digital na escola será primordial para o efetivo sucesso dessas atividades.

A escola atual vem com propósitos de uma educação emancipadora propiciando a todos, principalmente acesso na cultura digital. Existem problemáticas enfrentadas na escola que são muito complexas: os professores lidam diariamente com preconceitos, desigualdade social e drogas. Alguns desses aspectos são tão graves que impedem o crescimento da ação questionadora da escola, os sistemas governamentais associados com algumas instituições tentam coibir esses problemas, mas ainda a voz da escola em nossa perspectiva é muito passiva.

A disseminação das TDIC na sociedade, de um modo geral, tem provocado uma grande mudança, como a possibilidade de denunciar situações graves, criminosas. A maioria das pessoas têm celulares, e com este dispositivo podem promover um bem social, gravando situações transformadoras na sociedade.

Hoje a internet, pelo menos em nosso país não é censurada, então é possível manifestar opinião, exercitar o senso crítico, tanto em Blogs que funcionam como uma mídia alternativa, assim como nas mídias sociais.

No entanto, esse poder tecnológico não é utilizado em todo o seu potencial, muitos ainda utilizam as TDIC somente para pesquisas, comunicação e acesso as informações, tais como notícias e manchetes, de uma maneira muito primária. A internet ainda é vista apenas como entretenimento.

Como formadores de opinião e trabalhando diretamente com o aluno em sala de aula, é possível integrar a escola a essa roda ampliando a utilização das tecnologias no ambiente escolar. Propiciando oportunidades de descobertas para o aluno, onde o mesmo poderá ter a curiosidade em ousar, buscar novos conhecimentos, novos diálogos, textos ou estruturas sociais. Assim o aluno e o professor estarão mais conscientes de seus lugares dentro de um mundo globalizado e cada vez mais competitivo.

#### 4. ESTRUTURA ESCOLAR E A UTILIZAÇÃO DAS TDICS NO AMBIENTE ESCOLAR

Em uma escola estadual de Santa Catarina verificou-se que possui uma sala de informática com cerca de 20 computadores onde apenas 7 funcionam perfeitamente, aparelhos de multimídias, notebooks, lousa digital, data show, televisores, câmeras fotográficas, filmadoras e um sistema de rádio interno interligando todas as salas de aula a uma central de som.

Alguns desses equipamentos são utilizados frequentemente como as câmeras fotográficas e filmadoras que registram todas as atividades da escola, os computadores que são utilizados pelos alunos diariamente na hora de convivência após a hora de almoço já que a escola possui dois cursos integrais: EMI – Ensino Médio Inovador e EMIEP – Ensino Médio Integrado ao Ensino Profissionalizante. Destes 20 computadores que a escola possui cerca de apenas 7 deles possuem acesso a internet, sendo que a mesma tem uma velocidade limitada e ocorre oscilações no seu funcionamento ficando sem acesso algumas vezes.

Na maioria das escolas públicas há uma grande limitação para o uso das TDIC, isso ocorre devido à falta de estrutura adequada e a precária situação dos equipamentos que muitas vezes já estão ultrapassados tecnologicamente. Surge então o maior desafio para que os docentes possam desenvolver mais atividades pedagógicas com o auxílio das tecnologias que certamente contribuiriam para tornar as aulas mais diversificadas e interessantes, despertando a busca do conhecimento por parte dos alunos.

Pode-se perceber que as tecnologias digitais estão presente entre os alunos e que a mesma tem um grande papel em suas vidas, de alguma forma os auxilia não só no desenvolvimento de aprendizagens, como também na construção de conhecimentos. Embora os discentes ainda precisem estudar e conhecer diretrizes para o bom uso destas tecnologias e para o uso a favor da aprendizagem. É possível afirmar que alunos passam a mesma quantidade de tempo on-line do que passam com os professores em sala de aula, então é necessário mediar, orientar o uso dessas inovações.

Com relação ao contexto pedagógico, as tecnologias digitais na escola ainda são um grande desafio por grande parte dos docentes que não se sentem aptos para sair da sua área de conforto e apropriarem-se das mídias disponíveis. Isso acaba impedindo que as práticas tecnológicas entrem no espaço escolar de forma mais intensa, muitas vezes os professores ficam apegados ao quadro, giz e papel por mais que percebam os benefícios positivos que as TDIC possibilitam no ensino aprendizagem.

De acordo com (REIS, SANTOS, TAVARES, 2012 p.218).

O uso da tecnologia vem mudando aspecto da sociedade. E a escola como parte importante da construção da vida em sociedade vem sofrendo alterações visíveis no processo de ensino e da aprendizagem. Essa modificação faz com que, hoje o professor precise compreender e criar competência de trabalho de maneira consciente, para levar os seus alunos a interpretar de modo racional os diversos tipos de conhecimento que englobam os processos educativos, quebrando assim, a tradicional aula expositiva.

Ao ficar ouvindo uma aula expositiva, o aluno questiona ou deixa a mente vagar, pois ele está acostumado com uma realidade dinâmica, visual e renovadora dos vídeos, disponíveis em seus equipamentos, sejam estes tablets, smartphones, computadores ou vídeo games. A realidade é muito rápida, até alguns médicos estão estudando as mudanças que isso proporciona no cérebro das pessoas, visto que é algo que faz parte do cotidiano da humanidade.

Existe por conta desta explosão das mídias, a preocupação dos educadores em aplicá-las de forma a favorecer a aprendizagem, mas para isso é preciso estar disposto em transformar os desafios da utilização das mídias em oportunidades que beneficiam o trabalho do professor e a aprendizagem dos alunos. “O novo docente deve ser entusiasta da sua inovação, necessita ser criativo, articulador, medialista, parceiro dos seus alunos, permitindo a coletividade entre o aprender fazendo, para chegar ao eficiente processo de aprendizagem” (REIS, SANTOS, TAVARES, 2012 p.223).

Já existe a consciência no âmbito escolar de que as tecnologias e o conhecimento integrados facilitam a produção de novos conhecimentos como também a compreensão das problemáticas presentes na atualidade. A integração dos trabalhos escolares aos vários meios multimidiáticos traz, além de outras vantagens, a proficiência digital para

satisfazer a excitação das pessoas ao uso das tecnologias e o desejo de domínio desta linguagem.

Hoje com a inserção de novas tecnologias torna-se inegável a possibilidade de mudança, os professores trabalham em sala de aula com crianças muito agitadas, apontando para uma nova postura da parte de professores e educadores, realmente integrados na arte de ensinar.

Para enfatizar a importância do uso das TDIC no ambiente escolar, encontra-se nesse trabalho alguns projetos desenvolvidos por alunos e professores na escola, que visam desenvolver o conhecimento através da pesquisa e da investigação de temas importantes no contexto escolar. Esses têm a finalidade não apenas de apropriar o conhecimento científico, mas também do desenvolvimento do trabalho coletivo e da capacidade crítica dos alunos para assim formar uma sociedade mais igualitária e consciente.

O primeiro trabalho destacado é a criação de uma “Composteira Elétrica” de uso doméstico, pelos alunos do Ensino Médio Integrado ao Ensino Profissionalizante – EMIEP. Com a finalidade de reduzir a quantidade de lixo orgânico doméstico dando a ele o destino correto. Utilizaram como materiais tecnológicos peças de batedeira como motor e outros.



**Figura 1** – Aluna do EMIEP e professores na feira interdisciplinar.

Atividade no laboratório de informática com alunos do 1º ano do Ensino Médio Inovador – EMI sobre densidade: aula interdisciplinar de Física (simulação virtual) e Química (experimento prático).



**Figura 2** - Simulador do portal Phet

Outro trabalho desenvolvido pelos professores e alunos da escola que retrata a utilização das TDIC no ambiente escolar foi realizado também com o Ensino Médio Inovador - EMI, com o auxílio da internet, as alunas puderam pesquisar todo desenvolvimento do tema: As Camadas Oceânicas. E assim puderam adquirir novos conhecimentos e com a utilização das tecnologias disponíveis construíram uma apresentação com a finalidade de expôr seu trabalho para os visitantes da Feira Interdisciplinar que ocorre anualmente na escola.



**Figura 3** – Alunos do EMI e professoras na feira interdisciplinar.

## 5. O ENSINO DA NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO DESTACANDO A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA

As mudanças ocorridas nos últimos anos em virtude de uma ampla disseminação de novas tecnologias altamente inovadoras se devem ao fato dos estudos relacionados com a física moderna mais especificamente com a nanotecnologia. Essas inovações vem se tornando mais presentes em diversas áreas voltadas na busca por melhorias na produção industrial e na qualidade de vida da humanidade.

De acordo com a Abdi (2010. p.26):

Existe uma nanotecnologia permeando quase todo o setor produtivo mundial, ainda que de forma mais pronunciadamente incremental do que revolucionária, começando a fazer parte dos portfólios de um grande número de empresas, sejam as tipicamente nanotecnológicas, sejam aquelas que estão rapidamente se adequando aos novos tempos.

Pensando nisso, a abordagem sobre nanotecnologia no Ensino Médio não pode ser desprezada devido a sua grande aplicabilidade em setores que regem a economia e, sendo assim influencia a vida de cada cidadão.

Para enfocar o tema nanotecnologia em sala de aula é necessário estudar seu conceito explorando, sobretudo sua origem e sua finalidade para a ciência e a tecnologia. Certamente assim despertará não apenas a curiosidade, mas também o senso crítico dos alunos em busca das informações que os leve a entender o tema, podendo questionar e argumentar sobre a importância, os benefícios e os riscos que a nanotecnologia pode causar.

Assim como aborda Schulz (2005. p.58):

O prefixo nano descreve uma ordem de grandeza, vem do grego e quer dizer essencialmente um bilionésimo de alguma coisa. No caso atual estamos interessados em um bilionésimo de metro, o nanômetro. Nanociência e nanotecnologia são, portanto, ciência e tecnologia que acontecem ou são feitas nessa escala de comprimento, mas de maneira controlável e reproduzível, envolvendo fenômenos que muitas vezes não ocorrem em outras escalas de tamanho.

Com base no que foi estudado na disciplina do curso de especialização em educação na cultura digital, no *e-book* Aprendizagem de Física no Ensino Médio e TDIC (SILVA, et al., 2015) que traz uma boa exploração do tema sobre nanotecnologia na perspectiva do uso das tecnologias em sala de aula, é que esse trabalho consiste em realizar uma abordagem em sala de aula em uma turma de 3º ano do Ensino médio Inovador – EMI, cuja finalidade era explorar o conceito de nanotecnologia em relação a evolução da ciência até o seu surgimento.

Ao longo dos tempos o estudo em relação à ciência foi sendo construído de forma coletiva, tendo seu desenvolvimento ocorrido em diversas etapas, contando com a participação de diversos cientistas que não apenas discordavam uns dos outros para tal conceito, mas também aprimoravam ou davam sequência a esses estudos. Nesse sentido Peduzzi (2008. p.2) relata que: “O cientista, ao contrário do que parecem sugerir muitos materiais didáticos, é um ser falível, dependente de sua intuição, criatividade, capacidade de análise, poder de síntese etc., envolvido em um amplo processo coletivo de construção do conhecimento”.

Um assunto muito importante a destacar-se é o conflito que houve entre a religião e a ciência, principalmente na Idade Média. Alguns temas abordados pelos cientistas foram duramente criticados por setores da igreja Católica por contrariar o que está escrito nas escrituras da bíblia sagrada. Isso levou a igreja a tomar medidas para censurar essas informações, como perseguir e ameaçar cientistas, causando um grande prejuízo em diversos avanços na área científica. De acordo com Peduzzi (2008. p. 148):

A ciência não pode tolerar a ingerência da teologia em sua área de atuação. Como diferentes domínios em que se manifesta a verdade, uma em relação aos fenômenos da natureza e outra no campo da salvação, não devem ser superpostos. Isso não quer dizer que devam ser incompatíveis ou excludentes. Ao contrário! É função dos sábios estudiosos da Igreja empenharem-se em esclarecer aos homens cultos o contexto em que se situam aquelas citações que alimentam interpretações polêmicas, explicando porque foram proferidas e redigidas sob a forma em que se encontram.

Para ressaltar isso é necessário citar os casos envolvendo Nicolau Copérnico e Galileu Galilei que foram perseguidos pela Igreja por defender o heliocentrismo e tiveram seus trabalhos censurados.

Copérnico teve um grande destaque na história da ciência por formular a teoria do heliocentrismo (em que o sol é considerado o centro por onde os planetas orbitam, ao invés da Terra) diferentemente do geocentrismo que a igreja e a bíblia defendem (em que a Terra é considerada o centro, por onde os planetas orbitam, ao invés do sol), seus trabalhos sobre o heliocentrismo foram publicados no livro denominado *De revolutionibus* que teve sua publicação adiada e, mais tarde proibida pela Inquisição.

Galileu que apesar de ser católico discordava de certas condutas da Igreja e que publicamente não afirmava que Copérnico estava certo em relação a sua teoria do centro do universo, passou a estudá-la e considerá-la como uma hipótese em seus trabalhos. Como relata Bynum (2014, p. 63-64) que Galileu:

Segundo ele próprio, a Bíblia ensina a ir para o céu, mas não explica como opera o firmamento. Isso fez com que entrasse em conflito com a Igreja Católica, que estava defendendo-se de modo enérgico contra todos aqueles que ousassem desafiar suas ideias ou sua autoridade. A Igreja também passou a policiar o número crescente de livros que eram produzidos pelas prensas móveis, inserindo os inaceitáveis em uma lista chamada de *Index Librorum Prohibitorum* – a “lista de livros proibidos”. Galileu, que tinha muitos amigos em posições de prestígio (inclusive príncipes, bispos, cardeais e até papas), teve o apoio de muitos clérigos, mas outros estavam determinados a não permitir que suas ideias prejudicassem os ensinamentos da Igreja, que já existiam há séculos.

Publicando seu projeto denominado Diálogos, que tinha finalidade de analisar as duas visões de mundo. Teve então despertado a ira da Igreja que considerou uma afronta aos estudos por ela defendidos. Assim de acordo com Peduzzi (2008, p.151):

A raiva papal pareceu, por muito tempo, não ter limites. Por ordem expressa da Inquisição, foi suspensa a venda dos “Diálogos”. Disposto a fazer de um sábio ilustre, como Galileu, (mais) um exemplo de punição a todos que ousavam defender teorias contrárias à Igreja, a Inquisição, uma vez acionada, procedeu com todo o rigor que lhe era costumeiro. A acusação contra Galileu era a de desobediência à ordem que lhe fora pessoalmente dada pelo cardeal Bellarmino, em 1616, pois em seu último trabalho havia sustentado e defendido uma doutrina já condenada como falsa e herética.

Ao longo da evolução da ciência o que percebe-se é como um dos pilares para o surgimento do conceito de nanotecnologia foi a ideia de átomo que surgiu por volta do século V a.C. com os estudos realizados pelos gregos com destaque para Demócrito.

De acordo com Bynum (2014. p. 18):

O mais famoso dos primeiros atomistas foi Demócrito, que viveu em torno de 420 a.C.. O que sabemos de suas ideias origina-se de alguns fragmentos de seu pensamento citados por outros autores. Demócrito pensava que, no universo, havia muitos átomos e que eles sempre existiram. Os átomos não podiam ser divididos nem destruídos. Embora fossem pequenos demais para serem vistos, ele acreditava que deviam ter diferentes formatos e tamanhos, o que explicaria por que as coisas compostas de átomos têm gostos, texturas e cores distintos.

Apesar de não terem sido exploradas essas ideias de átomo pelo fato da discordância da sua existência, mesmo assim Demócrito foi responsável pela primeira inserção da presença de elementos não vistos a olho nu, que constituíam a matéria.

Somente no século XIX que os cientistas começaram, mais expressivamente, a debater sobre os átomos, foi John Dalton que determinou a noção de indivisibilidade do átomo comparando a uma bola de bilhar e concluiu que cada elemento químico tinha um átomo específico. Como destaca Bynum (2014. p. 114):

Dalton chamou a menor unidade de matéria de “átomo”. Insistia em que os átomos de um elemento são todos iguais, mas distintos dos átomos de outros elementos. Via os átomos como pedaços de matéria extremamente pequenos, circundados por calor. O calor ao redor do átomo servia para ajudá-lo a explicar como seus átomos, e os compostos que faziam quando agrupados com outros átomos, podiam existir em vários estados. Por exemplo, átomos de hidrogênio e oxigênio podiam existir como gelo sólido (quando tinham menos calor), como água líquida ou como vapor d’água (quando tinham mais calor).

Com esse pensamento foi possível determinar a relação entre o peso relativo de diferentes elementos devido ao fato de um elemento possuir os mesmos tipos de átomos e com isso possibilitou no entendimento das reações químicas devido as proporções de peso dos elementos agrupados. Segundo Bynum (2014. p. 114):

A beleza da teoria atômica de Dalton foi ter possibilitado aos químicos saber sobre esses pedaços de matéria que, na realidade, jamais poderiam ver. Se todos os átomos em um elemento são os mesmos, então devem ter o mesmo peso, de modo que os químicos podiam medir quanto um peso se comparava a outro. Em um composto feito de diferentes tipos de átomos, podia-se medir quanto de cada átomo havia no composto, por peso relativo.

Após as ideias de Dalton, surge no século XX o neozelandês Ernest Rutherford, graduado em Matemática e Ciências Físicas pela Universidade da Nova Zelândia, que assemelha o átomo com o sistema solar, descobrindo o núcleo atômico através de experimentos com raios alfa. De acordo com Bynum (2014. p. 171):

Seus experimentos demonstraram que os átomos consistem basicamente de espaço vazio, e era por esse motivo que as partículas alfa passavam direto. Somente quando atingiam a massa de alta concentração nesse núcleo central é que ricocheteavam. Outros trabalhos mostraram que o núcleo tem carga positiva. Os físicos passaram a desconfiar que a carga positiva do núcleo é equilibrada pelas cargas negativas do elétron e que os elétrons circulam em torno do espaço, em grande medida vazio, que circunda o núcleo.

Com suas descobertas Rutherford possibilitou que outros cientistas tivessem uma nova visão sobre a ideia de átomo, com isso propiciou um avanço considerável na teoria atômica. Entre esses cientistas destacou-se Niels Bohr que manteve as ideias de Rutherford sobre o átomo, com elétrons em órbitas circulares com um núcleo maciço no centro, mas procurou visualizar o interior do átomo buscando entender suas propriedades e relações entre os elétrons e o núcleo. Assim Bynum (2014. p. 238) descreve que:

No modelo de Bohr, os elétrons orbitam em diferentes estados quânticos individuais. Os elétrons mais próximos ao núcleo têm uma atração mais forte a ele. Os que estão mais distantes apresentam uma ligação mais fraca e são esses elétrons que estão disponíveis para participar de reações químicas ou gerar eletricidade ou magnetismo.

Essa incessante busca pela composição da matéria, como podemos perceber levou vários anos e ocorreu de forma coletiva, até finalmente chegar a uma teoria que realmente pudesse explicar todos os fenômenos físicos e químicos relacionados ao átomo. Com esses estudos relacionados ao átomo possibilitou aos cientistas novas descobertas como as partículas nanométricas.

Conforme a Abdi (2010. p.17):

Essas contribuições mostram claramente que os homens de ciência há muito tempo vêm se preocupando com o “muito pequeno”. Todavia, não foi só a ciência que avançou na direção do entendimento das relações entre tamanho e propriedades. Vários processos artesanais muito antigos se assemelham às nanofabricações de hoje. São notáveis os pigmentos feitos à base de metais e seus compostos, sobretudo ouro, cobre e ferro, que serviram para construir os maravilhosos vitrais de catedrais da Europa.

É evidente que a nanotecnologia já é utilizada a muito tempo, mas os estudos referentes ao entendimento do conceito em si, são de certa forma recentes e giram em torno dos últimos 60 anos. O Físico Richard Feynman foi o primeiro a abordar a nanotecnologia, ressaltando a possibilidade de manipular algo que era praticamente impossível, devido as suas dimensões. A respeito disso, Maranhão (2008 , p.1) cita que:

A nanotecnologia vem revolucionando o mundo da ciência e tecnologia, trazendo grandes expectativas para o desenvolvimento de países e indústrias. O ponto inicial da nanotecnologia foi à palestra proferida por Richard Feynman em 1959, onde o mesmo propôs a manipulação de átomos e que o homem não necessitava aceitar os materiais da forma que a natureza provê, desde que as leis da natureza não sejam afetadas.

Essa palestra é considerada como um marco para a nanotecnologia que sucedeu depois diversos estudos relacionados à miniaturização de materiais, consequentemente ajudando nos avanços tecnológicos e científicos até hoje.

Para compreender o conceito de nanotecnologia é fundamental ter um entendimento em relação às escalas de medidas, e ao relacionar objetos do cotidiano à escala nanométrica que é na ordem de  $10^{-9}$  do metro, ou seja, 0,000 000 001m, pode se ter a noção do tamanho dos objetos em que a nanotecnologia pode manipular. “Esse tamanho é aproximadamente 100 mil vezes menor do que o diâmetro de um fio de cabelo, 30 mil vezes menor que um dos fios de uma teia de aranha ou 700 vezes menor que um glóbulo vermelho” ABDI (2010, p. 11).

De acordo com Maranhão (2008, p. 1):

A nanotecnologia representa uma das grandes inovações tecnológicas do último século, uma nova manifestação da potência humana em sua capacidade criadora, tanto de objetos quanto de condições de vida. Operando numa escala equivalente à manipulação da matéria ao nível molecular, as aplicações nanotecnológicas visam à criação de novos materiais, substâncias e produtos, com uma precisão de átomo a átomo, esperando-se que esta revolução na natureza da própria estrutura da matéria traga profundas transformações.

Hoje é de conhecimento de todos que a nanotecnologia é amplamente utilizada em diversos setores da indústria, da medicina, da tecnologia, dentre outras áreas que cada vez mais buscam aprimorar e desenvolver novos produtos de acordo com as necessidades da população.

## 6. O USO DA PESQUISA COMO RECURSO PEDAGÓGICO

A melhor maneira de se aprender alguma coisa é praticando, ler bons livros, revistas, assistir sempre as aulas com atenção, participar de eventos em outras escolas ou instituições. Tudo isso fornece um vasto conhecimento, mas só consegue-se aprender verdadeiramente quando coloca-se em prática os conhecimentos adquiridos. Nesse aspecto as tecnologias desempenham um grande papel estando presentes entre os alunos e de alguma forma os auxilia não só no desenvolvimento de aprendizagens, como também na construção de conhecimentos.

Nesse sentido o uso da tecnologia em sala de aula vem se tornando cada vez mais necessária e integrar as TDICs com o currículo é algo muito importante a ser feito. De acordo com Almeida e Silva (2011, p. 8):

Integrar as TDIC com o currículo significa que essas tecnologias passam a compor o currículo, que as engloba aos seus demais componentes e assim não se trata de ter as tecnologias como um apêndice ou algo tangencial ao currículo e sim de buscar a integração transversal das competências no domínio das TDIC com o currículo, pois este é o orientador das ações de uso das tecnologias.

Pensando nisso não basta apenas colocar as tecnologias no currículo sem ter um propósito, tem-se que pensar em utilizar as tecnologias a favor dos docentes, lembrando que a finalidade que se busca com o uso das tecnologias não é apenas mudar o sistema tradicionalista (quadro e giz), mas sim, conseguir transmitir realmente algo que os alunos compreendam e possam dar opiniões á respeito. Nesse aspecto o ensino aprendizagem passa a ter um sentido não apenas para o professor como também para o aluno.

As tecnologias no ensino de física podem ajudar a sanar algumas dúvidas dos alunos em relação à diversos conteúdos complexos que muitas vezes são somente matematicamente resolvidos sem a abordagem do seu significado conceitual. Para poder facilitar e de certo modo atrair os alunos aos entendimentos em relação aos fenômenos e conceitos físicos, pode-se utilizar diversos recursos tecnológicos como: pesquisa na web, simuladores, laboratórios virtuais, animações, imagens, vídeos dentre outros, cabe

ao professor escolher qual satisfaz seus objetivos propostos para cada aula. Segundo Brockinton; Pietrocola (2003, p. 3):

Não há um consenso acerca do uso da informática no Ensino de Física, e essa alternativa é severamente criticada por alguns e apoiada por muitos. Pensamos que simplesmente lançar mão de recursos computacionais não garante e nem implica em um ensino de qualidade, através do qual os estudantes realmente possam construir seus conhecimentos. Porém, como qualquer ferramenta, seu uso racional, orientado, tendo seu uso direcionado por suas capacidades e, principalmente, suas limitações pode conduzir a belíssimas obras de arte. Sendo o ato de Educar algo tão complexo, repleto de peculiaridades e especificidades, não podemos simplesmente descartar algo tão poderoso. Essa complexidade nos obriga a buscar cada vez mais alternativas educacionais que possam contemplar todas as nuances do processo de ensino e aprendizagem.

Em muitos casos os professores não se sentem preparados para a utilização de novas práticas pedagógicas, principalmente que envolvam as TDIC, por diversos motivos. Um dos motivos mais pertinentes é o enraizamento do ensino tradicional ao longo dos tempos, lembrando que toda mudança leva tempo para surtir efeito e muitos professores já estão em fim de carreira.

Um dos recursos tecnológicos bastante explorados hoje em dia pelo ensino de física são os simuladores que podem ajudar na compreensão de conceitos bastante complexos como na física moderna em virtude da possibilidade do aluno em manipular e explorar os simuladores, buscando assim respostas para indagações formuladas por eles mesmos. Segundo Brockinton; Pietrocola (2003, p. 4) “As simulações são capazes de fazer a mediação entre o pensar e colocar o pensamento em ação”.

A pesquisa é um recurso que deve-se utilizar em sala, principalmente nos conteúdos de física moderna e contemporânea. O uso da pesquisa como forma de aprendizagem é algo que vem sendo debatido ao longo dos anos, devido à forma que vem sendo utilizada onde alunos apenas “copiam” determinado texto e colam sem ao menos se importar com o conteúdo e sua procedência. Assim de acordo com a Fernandes (2011, p. 76):

Algumas inquietações se fazem presentes no cotidiano escolar e uma delas condiz com o ensino pautado em apenas cópias e memorização dos conteúdos disciplinares, que não permitem aguçar a curiosidade do aluno e tampouco propiciam condições para sua efetiva aprendizagem, tendo em vista que este se inicia e permanece passivo ao longo do processo de ensino e aprendizagem em que o professor apenas transmite o conhecimento, como

verdades absolutas sem oferecê-los possibilidades para questionamentos e para o desenvolvimento da capacidade argumentativa.

Considera-se papel fundamental do professor propiciar que o aluno se torne um ser ativo, que consiga assimilar os conteúdos abordados podendo elaborar suas ideias e argumentar a respeito do seu ponto de vista. Podendo assim não apenas aprender, mas também compartilhar seus pensamentos ajudando na construção do conhecimento dos outros alunos.

Para isso o uso de computadores com acesso à internet em sala de aula tende a ser pensado, pois possibilita colocar um grande acervo de informações que podem e devem ser compartilhadas. Pensando sempre em uma abordagem que desperte o interesse do aluno com assuntos que estão presentes em seu cotidiano e eles nem percebem, como é o caso da nanotecnologia. Segundo Fernandes (2011, p. 79):

Assim, uma educação imbuída de pesquisa, com interesse de desenvolver a autonomia intelectual do aluno, por meio do conhecimento, terá condições de fazê-los compreender o seu próprio meio e o mundo a sua volta, pois terão maiores chances de realizar uma leitura crítica dos acontecimentos do mundo e também da sua realidade, em diferentes aspectos, sejam eles econômicos, sociais, culturais e/ou políticos.

A “pesquisa”<sup>1</sup> é sem dúvida um dos mais importantes recursos pedagógico que existem, pelo fato do aluno ser instigado a investigar um conteúdo ou tema. Realizando assim, suas próprias descobertas e se apropriando de um novo conhecimento. Esse recurso se torna essencial ao referir-se à conteúdos difíceis de abordar em sala de aula, devido ao seu extenso teor, como é o caso da física moderna e contemporânea, que não permite em muitos casos uma abordagem mais ampla devido ao tempo limitado das aulas. Segundo Fernandes (2011, p. 75):

Entendemos que a pesquisa, por seu caráter investigativo, é um instrumento que pode melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem dos conteúdos e de vários temas relevantes para a sociedade, visto que, o ambiente da sala de aula se torna dinâmico com uma probabilidade maior de participação de todos os alunos nas atividades propostas, além de possibilitar aos docentes uma prática reflexiva transformando qualitativamente o processo educativo.

---

<sup>1</sup> Chamo de pesquisa quando o professor sugere um tema a ser investigado pelos alunos que buscam essas informações em livros ou sites confiáveis.

No caso de assuntos relacionados à física moderna é fundamental utilizar a pesquisa, pois ela ajuda no entendimento de conceitos extremamente complexos, que somente com o uso do livro didático e explanação do professor não é possível compreender. Além disso, esse conteúdo é sempre o último a ser abordado pelo professor do 3º ano Ensino Médio, que muitas vezes deixa de abordar pela falta de tempo. Nesse sentido Brockinton e Pietrocola (2003, p. 2): “A necessidade de uma atualização curricular que passe a englobar conhecimentos de Física Moderna e Contemporânea já é ressentida no meio acadêmico há pelo menos 15 anos”.

No caso da abordagem sobre nanotecnologia foi fundamental utilizar recursos pedagógicos que conseguissem trazer novas informações sobre o tema de uma forma mais ampla e que os alunos pudessem interagir com essas informações pesquisadas. Fazendo os alunos observarem sempre as fontes pesquisadas, dando à devida atenção aos fatos que foram comprovados cientificamente, deixando de acreditar em informações sem fundamento científico. Assim, de acordo com Silva, et al.(2015, p.7):

...precisamos refinar nossas técnicas de busca e de verificação de fontes. No caso da nanociência e das nanotecnologias, ainda há pouco conhecimento efetivamente científico. Nos dias de hoje, por vários aspectos, entre eles a grande quantidade de tecnologias digitais de comunicação e informação, a chamada *Web 2.0*, é importante repensar nossa relação com os conhecimentos e as informações. Há mudanças em curso e nós fazemos parte delas.

Para exemplificar a utilização das TDIC em sala de aula, relata-se uma atividade interdisciplinar que foi desenvolvida a partir de uma temática do curso de especialização em educação na cultura digital. Essa atividade envolveu as disciplinas de filosofia, física, química e sociologia. O tema central proposto foi de Ciência e Religião, onde cada professor abordou o tema em sua disciplina enfatizando algum conceito relacionado ao tema central. No caso da disciplina de física foi explorado a evolução da ciência dando uma maior ênfase ao surgimento e conceito de nanotecnologia.

Para isso foi utilizado da pesquisa como recurso tecnológico principal, essa pesquisa foi realizada de forma dirigida onde cada grupo procurou referências com o tema proposto. Em seguida foram orientados a utilizar os referenciais mais confiáveis. Logo após, cada grupo procurou por realizar a pesquisa por tópicos estabelecidos pelo professor como: conceito, aplicação, benefícios e riscos.

Na sequência elaboraram uma apresentação para ser assistida pelos seus colegas de sala. Após a apresentação foi escolhida a melhor dentre elas, e essa foi apresentada para a turma do 2º ano do Ensino Médio Integral que estava estudando assuntos relacionados com a Ciência e Religião.



**Figura 4** – Imagem da apresentação das alunas do 3º EMI pra os alunos do 2º EMI

Seguidamente a essa apresentação foi proposto para os alunos do 2º EMI que fizessem um breve relato sobre o que entenderam a respeito da nanotecnologia. Esse relato foi feito no blog que os próprios alunos criaram. Essa interação dos alunos ocorreu de forma significativa, demonstrando que a prática pedagógica se bem analisada e elaborada pode proporcionar um bom seguimento para a melhoria do ensino aprendizagem.



**Figura 5** – Imagem do blog criado pelos alunos do 2º EMI

Dessa forma acredita-se que as atividades interdisciplinares possam enriquecer as aulas e possibilitar um maior envolvimento por parte dos alunos em discussões e análises dos temas estudados, mas para isso ocorrer, os professores devem estar engajados no mesmo pensamento e, sobretudo, utilizar as tecnologias da melhor forma possível para assim aguçar a curiosidade e a autonomia do aluno.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da cultura digital nas escolas é extremamente fundamental para a busca de novas alternativas para melhorar as práticas pedagógicas no ensino de uma forma geral. No ensino de Física ela deve estar presente, já que possibilita a utilização de recursos e metodologias para que a disciplina se torne mais agradável e atraente para os alunos, satisfazendo um melhor entendimento e compreensão de seus conceitos. Para assim poder ser relacionado com os fenômenos físicos que estão presentes no cotidiano de todos.

O uso das tecnologias transforma as aulas em momentos dinâmicos e ricos. Os professores enfrentam diariamente os problemas tecnológicos em suas escolas e sabem que existem mais problemas que soluções. Para que o uso da tecnologia realmente faça parte do cotidiano escolar é preciso reformular o funcionamento das mesmas nas escolas.

Os professores também devem estar dispostos a mudar suas práticas pedagógicas, sair da sua zona de conforto e buscar novas alternativas para melhorar o ensino aprendizagem, utilizando para isso as novas tecnologias presentes no âmbito escolar. Devem procurar se unir e inserir em seus planejamentos mais atividades interdisciplinares onde a tecnologia certamente será uma ferramenta fundamental para sua execução. Tornando essa prática na escola rotineira, certamente os alunos buscaram participar e desenvolver uma aprendizagem mais formativa e crítica.

Deve-se sempre buscar assuntos que sejam atuais e que englobem a realidade cotidiana dos alunos, para assim poder despertar o interesse pela busca do conhecimento e nesse sentido a pesquisa sobre nanotecnologia foi certamente uma contribuição para esse pensamento.

A nanotecnologia sendo um assunto da atualidade deve ser abordada de uma forma que contribua para a assimilação de aspectos que todos vivenciam em seu cotidiano, sendo importante destacar sua origem que ao longo dos tempos, diversos cientistas se dedicaram para estabelecer esse conhecimento científico.

Com a utilização da “pesquisa” na abordagem de temas relacionados à física moderna, acredita-se que facilite o entendimento e a construção de um saber crítico. Os

alunos através da pesquisa podem ter a liberdade de escolher os sites e as informações que julgam confiáveis, cabe ao professor estabelecer regras para a pesquisa e análise dessas informações.

Sabendo da realidade escolar que existe e que nesse trabalho foi relatado, não se pode deixar de enfatizar que, por mais boa vontade que os professores tenham em implantar alternativas que visem melhorar o ensino aprendizagem com o auxílio das TDIC, ainda todos enfrentam problemas estruturais que poderiam ser observados com mais cuidado pelo poder público.

## REFERÊNCIAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Cartilha sobre nanotecnologia**. Brasília, 2010. Disponível em <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Cartilha%20nanotecnologia.pdf>> em 26 de Mai. 2016.

ALMEIDA, Maria Elizabeth B. de; SILVA, Maria da Graça Moreira da. **Currículo, Tecnologia e Cultura Digital: espaços e tempos de web currículo**. Revista e-curriculum, São Paulo, v.7 n.1, 2011. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/5676/4002>> em 28 Abr. 2016.

ALMEIDA, Maria Elizabeth B. de.; VALENTE, José Armando. **Curso de Especialização em Educação na Cultura Digital. Núcleo de Base 1**. 1ª Edição Brasília, DF – MEC, 2014. Disponível em: <[http://eproinfo.mec.gov.br/eproinfo/storage/modulos/384/57373/nucleo\\_d\\_base\\_1/menu-topicos.html](http://eproinfo.mec.gov.br/eproinfo/storage/modulos/384/57373/nucleo_d_base_1/menu-topicos.html)> em 22 Abr. 2016.

BYNUM, William. **Uma Breve História Da Ciência**. Tradução Iuri Abreu. 1ª ed. Porto Alegre, RS; L&PM, 2014.

**Blog Infokonder**

Disponível em <<http://ikonder.blogspot.com.br/p/cultura.html>> em 22 Jun 2016.

CARVALHO , Anna Maria Pessoa de. **Pesquisas em sala de aula: Um importante fator na formação do professor**. Faculdade de Educação - USP . 1992, p. 47-57. Disponível em: <<http://www.unibarretos.com.br/faculdade/wp-content/uploads/2015/11/pesquisa-sala-de-aula8.pdf>> em 26 Mai. 2016.

CHAVES, Alaor. **Nanociência e Nanotecnologia**. SBPC/Labjor, 2002. Disponível <<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano17.htm>> em Abr. 2016.

FERNANDES, Christiane Caetano Martins. **A pesquisa em sala de aula como instrumento pedagógico: considerações para sua inclusão na prática pedagógica**. Diálogos Educ. R., Campo Grande, MS, v. 2, n. 2, p. 74-82, 2011. Disponível <<http://dialogoseduacionais.semed.capital.ms.gov.br/index.php/dialogos/article/view/22/51>> em 27 de Mai. 2016

MARANHÃO, Romero de Albuquerque. **História da Nanotecnologia**. Scientiarum Historia. 1º Congresso de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia – UFRJ / HCTE, 2008. Disponível em: <<http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh1/Artigos/68.pdf>> em 22 Jun. 2016.

NASCIMENTO, Gabriel Rodrigues do. et al. **Utilização dos recursos da internet para o ensino de ciências na casa da física**. I SENEPT – CEFET – MG, 2008.

Disponível em <[http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos\\_senept/anais/terca\\_tema5/TerxaTema5Artigo2.pdf](http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/terca_tema5/TerxaTema5Artigo2.pdf)> em 03 Jun. 2016.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Evolução dos Conceitos da Física. **Força e movimento: de Thales a Galileu**. Florianópolis/ SC, 2008. Disponível em: <[http://media.wix.com/ugd/7d71af\\_b8d64ce76f164c869d5f7f633d0ac787.pdf](http://media.wix.com/ugd/7d71af_b8d64ce76f164c869d5f7f633d0ac787.pdf)> em 22 Abr. 2016)

BROCKINTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. **Recursos computacionais disponíveis na internet para o ensino de física moderna e contemporânea**. In: 3ª Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2003, Bauru. Atas do 3ª Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências. Bauru: ABRAPEC, 2003. Disponível em: <[http://www.nupic.fe.usp.br/Publicacoes/congressos/Pietrocola\\_RECURSOS\\_COMPUTACIONAIS\\_DISPONIVEIS\\_NA\\_INTERNET\\_PARA\\_O\\_ENSINO\\_DE\\_FISICA\\_MODERNA\\_E\\_CONTEMPORANEA.pdf](http://www.nupic.fe.usp.br/Publicacoes/congressos/Pietrocola_RECURSOS_COMPUTACIONAIS_DISPONIVEIS_NA_INTERNET_PARA_O_ENSINO_DE_FISICA_MODERNA_E_CONTEMPORANEA.pdf)> em 15 Jun. 2016.

REIS, Simone Rocha.; SANTOS, Felipe Alan Souza.; TAVARES, Jorge Alberto Vieira. **O uso das tics em sala de aula: uma reflexão sobre o seu uso no colégio Vinícius de Moraes/ São Cristóvão**. 3º Simpósio Educação e Comunicação, 2012. Disponível em: <<http://geces.com.br/simposio/anais/anais-2012/Anais-215-228.pdf>> em 22 Abr. 2016.

SAVAZONI, Rodrigo; COHN, Sérgio (orgs). **Cultura Digital.br**. Rio de Janeiro: Beco do Azougue Editorial Ltda, 2009. Disponível em: <<http://cultura.digital.br/wp-content/blogs.dir/1/files/2013/06/cultura-digital-br.pdf>> em 24 Abr. 2016.

SCHULZ, Peter A.B. **O que é nanociência e para que serve a nanotecnologia?**. Física na Escola, v. 6, n. 1, 2005. Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/nano.pdf>> em 24 Abr. 2016.

SILVA, Henrique César da. et al. Curso de Especialização em Educação na Cultura Digital. **Aprendizagem de Física no Ensino Médio e TDIC**. 1ª Edição. MEC – Brasília - DF, 2014. Disponível em <[http://e-proinfo.mec.gov.br/e-proinfo/storage/modulos/384/64570/aprendizagem\\_de\\_fisica\\_no\\_ensino\\_medio\\_e\\_tdic/apresentacao.html](http://e-proinfo.mec.gov.br/e-proinfo/storage/modulos/384/64570/aprendizagem_de_fisica_no_ensino_medio_e_tdic/apresentacao.html)>. em 03 Jun. 2016.

Simulações PhET disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/density](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/density)> em 24 Abr. 2016.

**TECNOLOGIAS NA ESCOLA** documento do portal do MEC. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/2sf.pdf>> em 22 Abr.2016.

TOMA, Henrique Eisi. **A nanotecnologia das moléculas**. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, 2005. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v2\\_1\\_a01.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v2_1_a01.pdf)> em 24 Abr. 2016.